

**TINJAUAN DAYA DUKUNG KOLOM BETON PERSEGI BERTULANGAN  
POKOK DARI BAMBU**

**Naskah Publikasi**

untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil



diajukan oleh :

**SRIYATNO**  
**NIM : D 100 030 106**

kepada

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**  
**2014**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**TINJAUAN DAYA DUKUNG KOLOM BETON PERSEGI BERTULANGAN  
POKOK DARI BAMBU**

Naskah Publikasi Tugas Akhir ini telah diajukan dan disetujui untuk memenuhi sebagai  
persyaratan mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

diajukan oleh :

**SRIYATNO**  
**NIM : D 100 030 106**

Menyetujui,  
Pembimbing Utama



Ir. Abdul Rochman, M.T.  
NIK : 610

## **TINJAUAN DAYA DUKUNG KOLOM BETON PERSEGI BERTULANGAN POKOK DARI BAMBU**

### **ABSTRAKSI**

Beton bertulang sebagai elemen kolom umumnya diberi tulangan memanjang dan tulangan begel. Tulangan memanjang untuk menahan pembebanan tekan yang terjadi pada kolom, sedangkan tulangan geser untuk menahan pembebanan gaya geser. Untuk mengatasi akan ketergantungan pemakaian baja tulangan pada beton yang semakin mahal, digunakan alternatif material lain pengganti baja tulangan dengan yang murah dan mudah didapat, yaitu berupa tulangan dari bambu. Bambu mempunyai kekuatan yang cukup tinggi. Bambu bisa dibentuk sebagai tulangan memanjang, dengan memotong bambu menjadi potongan memanjang sesuai ukuran, disusun sebagai tulangan memanjang dan tulangan begel dari baja. Kekuatan bambu tersebut memiliki kekuatan yang hampir sama dengan baja. Tujuan dari penelitian ini adalah: melakukan analisis daya dukung kolom persegi bertulangan baja dengan kolom beton persegi bertulangan bambu yang mempunyai kekuatan setara dan melakukan analisis perbandingan kuat tekan kolom beton persegi bertulang secara pengujian dengan kuat tekan kolom beton persegi bertulang secara analisis. Dalam penelitian ini, bambu yang digunakan adalah bambu Petung. Metode penelitian ini ada beberapa tahap. Tahap pertama yaitu persiapan alat dan bahan. Tahap kedua meliputi: pemeriksaan bahan, perencanaan campuran dan pembuatan adukan beton. Tahap ketiga yaitu pembuatan benda uji dan perawatan. Tahap keempat yaitu pengujian kuat tekan beton dan kuat lentur balok. Tahap kelima yaitu analisa data, pembahasan dan kesimpulan. Hasil daya dukung kolom dari penelitian ini adalah: Hasil daya dukung kolom beton persegi bertulang baja 215000 N, Hasil daya dukung kolom beton persegi bertulang bambu 17000 N. Hasil daya dukung kolom secara analisis, kolom beton persegi bertulang baja 229731,932 N, daya dukung kolom beton persegi bertulang bambu 201211,1674 N.

***Kata kunci : kolom beton bertulang, tulangan bambu , daya dukung kolom***

## PENDAHULUAN

Beton merupakan bahan konstruksi yang sangat penting dan paling dominan digunakan pada struktur bangunan. Beton sangat diminati karena bahan ini merupakan bahan konstruksi yang mempunyai banyak kelebihan antara lain, mudah dikerjakan dengan cara mencampur semen, agregat, air, dan bahan tambahan lain bila diperlukan dengan perbandingan tertentu. Kelebihan beton yang lain adalah, ekonomis (dalam pembuatannya menggunakan bahan dasar lokal yang mudah diperoleh), dapat dibentuk sesuai dengan kebutuhan yang dikehendaki, mampu menerima kuat tekan dengan baik, tahan aus, rapat air, awet, dan mudah perawatannya, maka beton sangat populer dipakai baik untuk struktur - struktur besar maupun kecil.

Kolom sebagai salah satu elemen teknik sipil yang selalu mengalami perkembangan. Kolom merupakan salah satu elemen yang sangat penting, mengingat fungsinya sebagai salah satu elemen pembentuk struktur yang paling banyak digunakan oleh masyarakat. Dalam bangunan konstruksi, salah satu hal terpenting adalah kolom karena berfungsi untuk memikul balok. Kolom juga berfungsi sebagai penerus beban dari elevasi atas ke elevasi yang lebih bawah hingga akhirnya sampai ketanah melalui pondasi. Kualitas kolom tergantung pada bahan-bahan penyusunnya, bahan penyusun kolom beton bertulang yang umum digunakan sampai saat ini adalah semen, air, pasir dan kerikil atau batu pecah dengan menggunakan tulangan besi. Seiring dengan kenaikan harga material khususnya besi berdampak terhadap biaya menjadi mahal, oleh karena itu perlu dibuat jalan keluar dengan mengembangkan pembuatan kolom menggunakan material lain untuk pengganti tulangan baja.

Pada penelitian ini menggunakan alternatif tulangan dari bambu karena Indonesia memiliki banyak persediaan bambu. Selain itu, penanaman bambu relatif cepat (3,5 tahun) karena itu bambu dapat dijadikan alternatif untuk menyediakan

bahan konstruksi. Penelitian tentang bambu pernah diteliti oleh Morisco pada tahun 1994-1999. Lebih dari 120 jenis bambu tersebar diseluruh Indonesia dan memainkan peranan penting dalam perekonomian khususnya dipedesaan.

Konsep kolom beton dengan tulangan bambu merupakan konsep kolom ekonomis dengan karakter yang memanfaatkan potensi bambu yang banyak terdapat di wilayah Indonesia. Biasanya kolom beton bertulang tersusun dari beton dan tulangan baja. Atas pertimbangan ini, maka pada beberapa tahun terakhir telah diteliti penggunaan material lain untuk mengganti baja tulangan. Bambu adalah salah satu bahan yang memiliki kuat tarik yang cukup tinggi yaitu sekitar 9,27 kN dengan pertimbangan kuat tarik yang cukup tinggi maka bambu dipakai sebagai pengganti tulangan baja. Pada penelitian terdahulu bambu pernah dipakai sebagai tulangan kolom. Muhammad Nurhasim (2005) dalam penelitiannya yang meninjau daya dukung kolom beton bulat dengan tulangan bambu yang mempunyai daya dukung kolom sebesar 110000 N.

Kolom pada umumnya berbentuk persegi agar mudah pembuatan dalam pembentukan struktur bangunan. Berdasarkan pertimbangan tersebut perlu diadakan penelitian dengan membuat kolom dengan tulangan pokok dan begel dengan bentuk persegi. Dalam penelitian ini, bahan yang digunakan sebagai komposisi kolom adalah pasir, semen, kerikil, dan menggunakan bambu sebagai tulangan pokok dan begel. Bambu dipilih karena memiliki nilai ekonomis lebih dibandingkan dengan tulangan dari besi baja, sehingga tepat bila menggunakan bambu sebagai alternatif tulangan kolom. Selain itu bambu memiliki beberapa keunggulan lain yaitu kuat tarik yang cukup tinggi, dan ketersediannya di lapangan yang mudah didapat dengan harga yang relative murah. Berdasarkan hal tersebut maka penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui kuat tekan kolom persegi dengan tulangan dan begel dari bambu, pada umur minimal 28 hari.

## TINJAUAN PUSTAKA

Beton merupakan campuran antara semen *Portland*, air, dan agregat. Beton mempunyai sifat dasar dan kualitas yang bervariasi, yang disebabkan oleh beberapa faktor, misalnya bahan dasar yang digunakan, faktor air semen, jumlah dan jenis semen, serta adanya pemakaian bahan tambah. Beton bertulang merupakan gabungan dari dua jenis bahan yaitu beton normal yang mempunyai kekuatan tekan tinggi, dan batang-batang tulangan yang ditanamkan didalam beton yang dapat memberikan kekuatan tarik yang diperlukan.

Beton adalah suatu bahan komposit dari empat bahan pokok yaitu : semen, agregat halus, agregat kasar, dan air. Campuran tersebut bilamana dituangkan ke dalam cetakan kemudian dibiarkan, maka akan mengeras seperti batuan. Proses pengerasan ini disebabkan reaksi kimia antara air dan semen, dan akan semakin bertambah keras sesuai dengan umur beton. Hasil inilah yang disebut sebagai beton (Tjokrodinuljo, 1996).

Seorang perencana harus dapat membuat perencanaan yang ekonomis dalam menentukan jumlah bahan pembentuk campuran beton tersebut untuk mencapai kekuatan yang disyaratkan, mudah dalam pelaksanaan dan keawetannya. Untuk itulah terlebih dahulu harus diketahui sifat-sifat beton yang akan dibuat dan karakteristik dari bahan-bahan penyusunnya.

## LANDASAN TEORI

### Umum

Bahan-bahan dasar penyusun beton merupakan faktor yang sangat menunjang terhadap kualitas beton. Perencanaan campuran, jenis, mutu dan jumlah bahan susunan beton harus dihitung dalam proporsi atau perbandingan tertentu agar menghasilkan kualitas beton yang diinginkan. Dengan demikian, seorang perencana dapat mengembangkan pemilihan material yang layak serta komposisi yang tepat.

## Bahan Penyusun Beton Bertulang

Dasar penyusunan material ini terdiri dari semen, agregat halus, agregat kasar, air dan bahan tambah (*admixture*) bila diperlukan.

### 1) Semen *Portland*.

Semen *portland* adalah bahan ikat hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan *clinker* yang terutama terdiri dari *silica-silica calcium* yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambahan (Departemen Pekerjaan Umum, 1982). Semen *portland* merupakan bahan ikat yang penting dan banyak dipakai dalam pembangunan fisik. Fungsi semen untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang kompak dan padat. Senyawa-senyawa yang penting dalam kandungan semen *portland* yaitu:

- (a). *Trikalsium Silica* ( $C_3S$ ) atau  $3CaOSiO_2$ .
- (b). *Dikalsium Silica* ( $C_2A$ ) atau  $2CaOSiO_2$ .
- (c). *Trikalsium Alumunat* ( $C_3S$ ) atau  $3CaOAl_2O_3$ .
- (d). *Tetra Kalsium Alominoferrite* ( $C_3AF$ ) atau  $4CaOAl_2O_3FeO_3$ .

Bilamana semen bersentuhan dengan air, maka proses hidrasi akan berlangsung, dalam arah ke luar dan ke dalam. Maksudnya hasil hidrasi mengendap di bagian luar dan inti semen yang belum terhidrasi di bagian dalam secara bertahap terhidrasi sehingga volumenya mengecil. Reaksi tersebut berlangsung lambat, antara 2–5 jam (yang disebut periode induktif atau tak aktif) sebelum mengalami percepatan setelah kulit permukaan pecah. (Tjokrodinuljo, 1996).

Menurut (Departemen Pekerjaan Umum, 1982) mengenai bahan semen dikatakan, bahwa:

- (a). Semen yang boleh digunakan untuk pembuatan beton harus dari jenis semen yang ditentukan dalam SII D013-81 atau Standar Umum Bahan Bangunan Indonesia 1986, dan harus memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan dalam standar tersebut.
- (b). Jika menggunakan *Pozolan* (Campuran semen *Portland* dan bahan *pozolan*)

maka semen tersebut harus memenuhi SII 0132 “Mutu dan Cara Uji Semen *Portland Pozolan*” atau ASTM C595 “*Spesification for Blended Hidroulic Cement*”.

Sesuai dengan tujuan pemakaiannya, semen *portland* dibagi menjadi 5 jenis sebagai berikut (Tjokrodimuljo, 1996):

- (a). Jenis I Semen *Portland* untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus.
- (b). Jenis II Semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
- (c). Jenis III Semen *Portland* yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi setelah pengikatan terjadi.
- (d). Jenis IV Semen *Portland* yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah.
- (e). Jenis V Semen *Portland* yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

## 2) Agregat.

Agregat merupakan bahan utama pembentuk beton di samping pasta semen. Kadar agregat dalam campuran berkisar antara 70-75 % dari volume total beton, oleh karena itu kualitas agregat berpengaruh terhadap kualitas beton (Nugroho, 1983).

Adapun persyaratan- persyaratan batu pecah yang digunakan dalam campuran beton menurut Depertemen Pekerjaan Umum (1982) adalah sebagai berikut :

2a). *Sifat fisik*. Sifat fisik adalah sifat yang berhubungan dengan faktor-faktor dalam yang bekerja pada agergat, adapun sifat fisik antara lain adalah:

- (a). Besar butir agregat maksimum, tidak boleh lebih besar dari 1/5 jarak terkecil bidang-bidang samping dari cetakan, 1/3 tebal plat atau 3/4 dari jarak minimum tulangan.
- (b). Kekerasan yang ditentukan dengan menggunakan bejana *Rudellof* tidak boleh mengandung bagian hancur yang

tembus ayakan 2 mm lebih dari 16 % berat.

- (c). Bagian yang hancur bila diuji dengan menggunakan mesin *Los Angeles*, tidak boleh lebih dari 27 % berat.
- (d). Kadar lumpur maksimal 1 %.
- (e). Bagian butir yang panjang dan pipih, maksimum 20 % berat, terutama untuk beton mutu tinggi.

2b). *Syarat kimia*. Syarat kimia adalah sifat yang berhubungan dengan faktor-faktor kimia yang terkandung dalam agergat, adapun sifat kimia antara lain adalah:

- (a). Kekekalan terhadap  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  bagian yang hancur, maksimum 12% berat, dan kekekalan terhadap  $\text{MgSO}_4$  bagian yang hancur, maksimum 18 %.
- (b). Kemampuan bereaksi terhadap alkali harus negatif sehingga tidak berbahaya.

## 3) Air.

Air merupakan bahan dasar pembuatan beton yang penting namun harganya paling murah. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen, serta untuk menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Untuk bereaksi dengan semen, air yang diperlukan sekitar 25 persen berat semen saja. Namun dalam kenyataannya nilai faktor air semen yang dipakai sulit kurang dari 0,35. Kelebihan air ini digunakan sebagai pelumas. Tetapi perlu dicatat bahwa tambahan air sebagai pelumas ini tidak boleh terlalu banyak karena dapat mengurangi kekuatan beton akan rendah serta betonnya *porous*. Selain itu kelebihan air pada beton akan bercampur dan bersama-sama muncul ke permukaan adukan beton segar yang baru saja dituang (*bleeding*) yang kemudian menjadi buih dan merupakan suatu lapisan tipis yang disebut dengan *laitance* (selaput tipis). Selaput tipis ini akan mengurangi lekatan antara lapis-lapis beton dan merupakan bidang sambung yang lemah. Apabila ada kebocoran cetakan, air bersama-sama semen juga dapat ke luar, sehingga terjadilah sarang-sarang kecil (Tjokrodimuljo, 1996).

Menurut (Departemen Pekerjaan Umum, 1982), pemakaian air yang memenuhi syarat sebagai berikut:

- (a). Air harus bersih, tidak mengandung lumpur lebih dari 2 gram/liter, minyak dan benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara *visual*.
- (b). Tidak mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 2 gram/liter.
- (c). Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton lebih dari 15 gram/liter.
- (d). Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.
- (e). Tidak mengandung *klorida* (CI) lebih dari 0,5 gram/liter

#### 4) Tulangan.

Baja mempunyai kekuatan tarik yang tinggi dan merata, dibuat dipabrik dengan peralatan yang canggih sehingga pengawasn mutu baja dapat dipertanggungjawabkan. Kekuatan tarik yang cukup besar dijadikan dasar sebagai bahan untuk menahan regangan beton sehingga dipakai bersama-sama beton, yang masing-masing mempunyai sifat saling mendukung. Baja tulangan berguna untuk menahan beban berat dan mengurangi lendutan jangka panjang.

Dalam penelitian ini peneliti mencoba mengganti baja tulangan dengan tulangan bambu yang mempunyai sifat fisik dan mekanik yang sangat berbeda. Baja tulangan dibuat dipabrik dengan pengawasan mutu yang tinggi, sedangkan bambu tumbuh secara alami dan masing-masing jenis bambu juga mempunyai sifat yang berbeda.

#### Kekentalan Campuran Beton

Di dalam campuran beton, air mempunyai dua fungsi, pertama untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan dan kedua sebagai pelicin campuran batu pecah, pasir dan semen agar memudahkan pengerjaan. Karena seluruh bagian air menguap ketika beton mengeras, dan meninggalkan rongga-rongga sehingga berpengaruh jelek terhadap

betonnya, maka untuk menghindari hal-hal tersebut disarankan agar air yang digunakan seminimal mungkin. Beton dengan jumlah volume rongga paling sedikit adalah beton yang paling padat dan kuat, ini diperoleh dengan penggunaan air yang minimal dan tingkat *workabilitas* yang masih baik. Sifat kemudahan pengerjaan (*workabilitas*) ini merupakan ukuran dari tingkat kemudahan beton segar untuk diaduk, atau diangkat, dituang dan dipadatkan. Perbandingan bahan-bahan maupun sifat bahan-bahan itu secara bersama mempengaruhi sifat pengerjaan beton segar. Unsur-unsur yang mempengaruhi sifat pengerjaan adalah: Jumlah air yang dipakai dalam campuran adukan beton:

- 1) Penambahan semen ke dalam campuran beton, karena pasti diikuti dengan penambahan air untuk mempertahankan nilai *fas* yang diinginkan.
- 2) Gradasi campuran pasir dan batu pecah.
- 3) Pemakaian butir-butir yang bulat.
- 4) Pemakaian butir-butir maksimum batu pecah.
- 5) Cara pemadatan adukan beton (alat yang digunakan) untuk mengetahui sifat kemudahan pengerjaan biasanya dilakukan dengan percobaan *Slump*, semakin besar nilai *Slump*, maka adukan beton semakin encer dan ini semakin mudah dikerjakan. Pada umumnya nilai *Slump* berkisar antara 5 sampai 12,5 cm.

Untuk menentukan besar nilai *Slump*, digunakan alat kerucut *Abram's* sebagai berikut:

- 1) Corong baja berbentuk kerucut yang berlubang pada kedua ujung, bagian bawah berdiameter 20 cm, sedangkan bagian atas berdiameter 10 cm dan tinggi 30 cm.
- 2) Tongkat baja dengan diameter 16 mm dan panjang 60 cm dengan bagian ujungnya dibulatkan.

Untuk mendapatkan nilai *Slump* mula-mula corong baja diletakkan di tempat yang rata dan tidak menyerap air, dengan diameter yang besar di bawah dan yang kecil di atas. Adukan beton dimasukkan ke dalam corong tersebut sebanyak sepertiga

dari volume corong, lalu ditusuk-tusuk sebanyak 10 kali dan corongnya dipegang erat-erat agar tidak bergerak. Kemudian proses selanjutnya sama dengan yang pertama sehingga corong tersebut terisi penuh.

Penusukan jangan sampai mengenai lapisan yang pertama. Bila adukan yang ketiga telah selesai ditusuk, lalu permukaan beton diratakan, sama dengan corong

kerucut, setelah itu ditunggu 60 detik dan corong kerucut ditarik lurus ke atas. Ukurlah penurunan adukan beton setelah corong ditarik lurus ke atas. Besar penurunan adukan beton tersebut disebut nilai *slump*.

Dari penurunan nilai *slump* dapat dibedakan 3 jenis, yaitu:

- 1) *Slump* sesungguhnya.
- 2) *Slump* geser.
- 3) *Slump* runtuh atau cair.

## METODE PENELITIAN

### Desain Benda Uji

Perhitungan Penulangan baja maupun bambu pada benda uji kolom persegi dengan ukuran penampang 150 mm x 150 mm sebagai berikut:

- 1). Penulangan baja Pada kolom persegi untuk tulangan pokok diameter (  $D$  ) = 8 mm, dan tulangan begel (  $dp$  ) = 6 mm

Rasio tulangan  $\rho$  untuk baja = 1%

$$A_{st,u} = \rho \cdot b \cdot h$$

$$= 1\% \cdot 150 \cdot 150$$

$$= 225 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan total } n = A_{st,u} / (1/4 \cdot D^2)$$

$$= 225 / (1/4 \cdot 3,14 \cdot 8^2)$$

$$= 4,48$$

— dipakai 8 batang

Jadi di gunakan tulangan total  $A_{st} = 8 D8 = 226,08 \text{ mm}^2 > A_{st,u}$  (Oke)

$S_b$  = Lapis lindung Beton (Pasal 9.7.1)

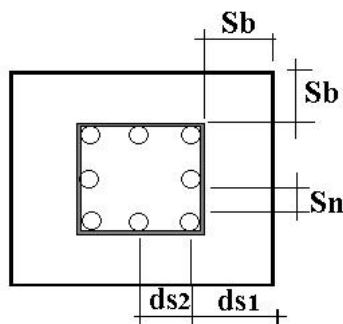
= 50 mm, jika berhubungan dengan tanah atau cuaca dan  $D \geq 19 \text{ mm}$ .

= 40 mm, jika tidak berhubungan tanah atau cuaca dan  $D < 19 \text{ mm}$ .

$S_n$  = Jarak bersih antar tulangan (pasal 9.6.3)

$1,5 \cdot D$  (  $D$  = diameter tulangan)

40 mm.



Gambar III.2. Penempatan tulangan baja pada kolom

$ds1$  = Jarak antara pusat tepi serat beton tarik dan pusat berat tulangan tarik

$$ds1 = S_b + \phi \text{ begel} + D/2$$

$$ds2 = S_n + D$$

Karena  $D < 19 \text{ mm}$ , dipakai :

$S_b$  = 40 mm dan dipakai  $S_n = 17 \text{ mm}$ .

$$ds1 = S_b + \phi \text{ begel} + D/2$$

$$= 40 + 6 + 8/2$$

$$= 50 \text{ mm.}$$

$$ds2 = S_n + D$$

$$= 17 + 8$$

$$= 25 \text{ mm.}$$

Hitungan tulangan begel kolom baja.

Luas begel perlu per meter pajang kolom ( $A_{v,u}$ ) :

$$A_v = \frac{b \cdot S}{3 \cdot f_y} = \frac{150 \cdot 1000}{3 \cdot 300} = 166,67 \text{ mm}^2$$



$$A_v = \frac{75 \sqrt{f_c} \cdot b \cdot S}{1200 \cdot f_y} = \frac{75 \sqrt{20} \cdot 150 \cdot 1000}{1200 \cdot 300} = 139,75 \text{ mm}^2$$

Dipilih yang besar, jadi  $A_v \cdot u = 166,67 \text{ mm}^2$

Digunakan Begel 2 kaki dengan  $dp^2 = 6 \text{ mm}$ , jarak begel sebagai berikut :

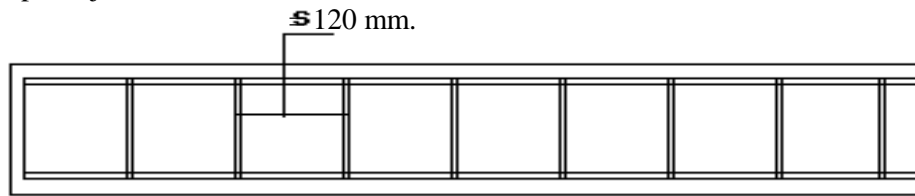
$$s = \frac{\frac{n}{4} \cdot dp^2 \cdot S}{A_v \cdot u} = \frac{\frac{2}{4} \cdot 3,14 \cdot 6^2 \cdot 1000}{166,67} = 339,11 \text{ mm.}$$

Kontrol jarak begel :

$$s \quad 16 \cdot D = 16 \cdot 8 = 128 \text{ mm.}$$

$$s \quad 48 \cdot dp = 48 \cdot 6 = 288 \text{ mm.}$$

Dipakai jarak minimum  $s = 120 \text{ mm}$



Gambar III.3. Penempatan tulangan begel kolom

- 2). Penulangan bambu pada benda uji kolom persegi dengan ukuran penampang  $150 \text{ mm} \times 150 \text{ mm}$ , untuk tulangan pokok ukuran  $20 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$ , dan tulangan begel ( $dp$ ) =  $6 \text{ mm}$ .

Untuk bambu petung modulus elastisitas ( $E_b$ ) =  $29420 \text{ MPa}$  (morisco. 1999)

Modulus elastisitas baja ( $E_s$ ) =  $200000 \text{ MPa}$

$$\begin{aligned} A_{st,u} \text{ bambu} &= \frac{E_s}{E_b} \times A_{st,u} \text{ baja} \\ &= \frac{200000}{29420} \times 225 \\ &= 1529,57 \text{ mm}^2. \end{aligned}$$

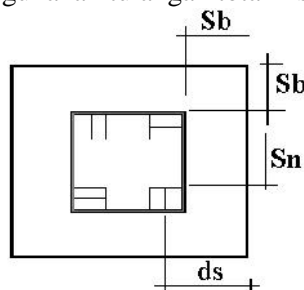
Jumlah tulangan total  $n = A_{st,u} / (b \times h)$

$$= 1529,57 / (20 \times 10)$$

$$= 7,65$$

→ dipakai 8 batang

Jadi di gunakan tulangan total  $A_{st} = 8 \cdot 20 \cdot 10 = 1600 \text{ mm}^2 > A_{st,u}$  ( Okey)



$S_b = 40 \text{ mm}$  untuk ukuran sisi  $20 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} S_n &= 150 - (2 \cdot s_b + 2 \cdot \phi \text{ begel} + 2 \cdot \text{htulangan}) \\ &= 150 - (2 \cdot 40 + 2 \cdot 6 + 2 \cdot 20) \\ &= 18 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ds &= s_b + \phi \text{ begel} + b \text{ tulangan} \\ &= 40 + 6 + 10 \\ &= 56 \text{ mm.} \end{aligned}$$

Gambar III.4. Penempatan tulangan bambu pada kolom.

Hitungan tulangan begel.

Luas begel perlu per meter pajang kolom ( $A_v \cdot u$ ) :

$$A_v = \frac{b \cdot S}{3 \cdot f_y} = \frac{150 \cdot 1000}{3 \cdot 300} = 166,67 \text{ mm}^2$$

$$A_v = \frac{75 \sqrt{f_c} \cdot b \cdot S}{1200 \cdot f_y} = \frac{75 \sqrt{20} \cdot 150 \cdot 1000}{1200 \cdot 300} = 139,75 \text{ mm}^2$$

Dipilih yang besar, jadi  $A_v \cdot u = 166,67 \text{ mm}^2$

Digunakan begel 2 kaki dengan  $dp^2 = 6 \text{ mm}$ , jarak begel sebagai berikut :

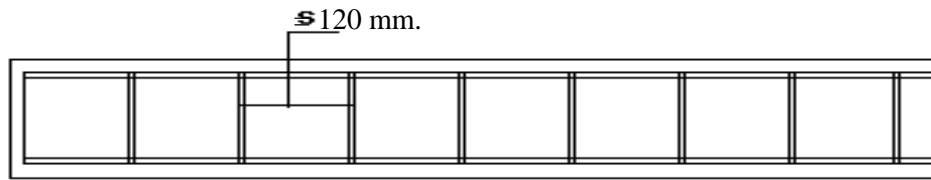
$$s = \frac{\frac{n}{4} \cdot dp^2 \cdot S}{A_v \cdot u} = \frac{\frac{2}{4} \cdot 3,14 \cdot 6^2 \cdot 1000}{166,67} = 339,11 \text{ mm.}$$

Kontrol jarak begel :

$$s \quad 16 \cdot D = 16 \cdot 8 = 128 \text{ mm.}$$

$$s \quad 48 \cdot dp = 48 \cdot 6 = 288 \text{ mm.}$$

Dipakai jarak minimum  $s = 120 \text{ mm}$



Gambar Gambar III.5. Penempatan tulangan begel kolom.

### Tahapan Penelitian

Penelitian dilaksanakan dalam 5 tahap yang dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Tahap I : Persiapan bahan-bahan dan alat-alat penelitian.
- 2) Tahap II : Pemeriksaan kualitas bahan-bahan penelitian.
- 3) Tahap III : Penyediaan benda uji
- 4) Tahap IV : Pengujian, meliputi: kuat tekan beton dan kuat lentur balok beton bertulang.
- 5) Tahap V : Analisis data dan pembahasan

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan sesuai dengan berbagai tahap, seperti yang telah dijabarkan dalam tahap-tahap penelitian dalam bagan alir.

#### Pengujian Daya Dukung kolom tulangan

- 1) Daya dukung kolom tulangan besi.

1a). *Daya dukung kolom tulangan besi hasil pengujian.* Perhitungan daya dukung kolom tulangan besi hasil pengujian dapat dilihat pada tabel V.18 dibawah ini.

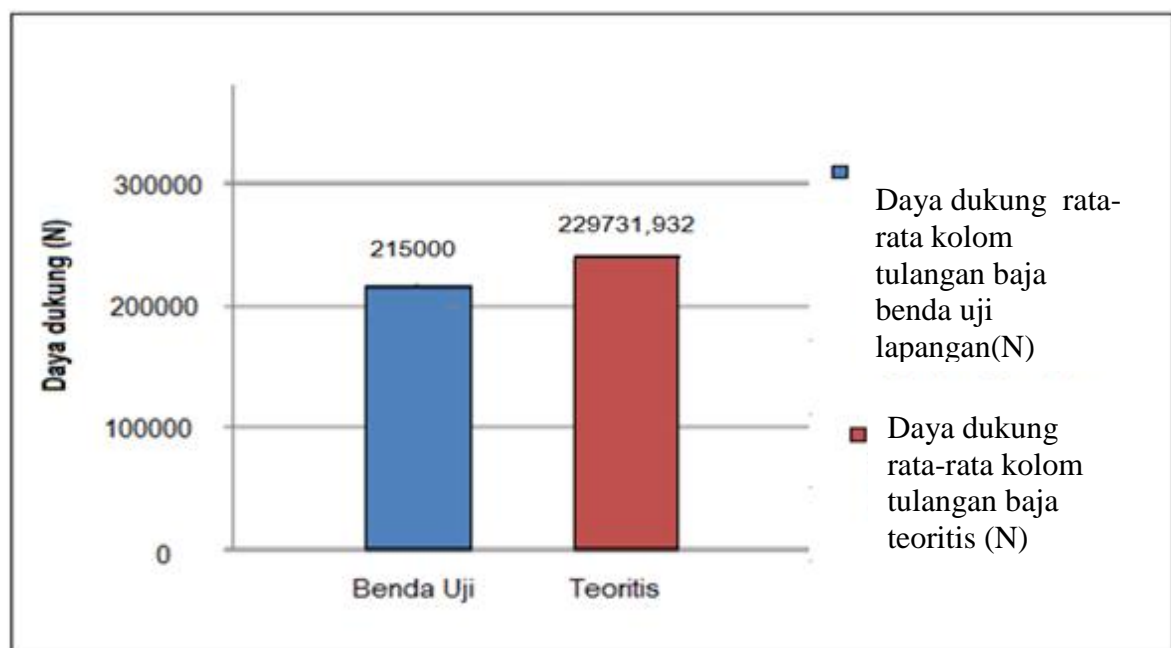
Tabel V.18. Daya dukung kolom tulangan besi hasil pengujian.

No Benda uji	Berat W (kg)	Panjang L (m)	$P_{max}$ (N)	$P_{rata-rata}$ (N)
1	66	1,20	215000	215000
2	67	1,20	240000	
3	64	1,20	190000	

Dari Tabel V.18. pengujian Daya kolom tulangan besi didapatkan Daya dukung kolom rata-rata sebesar 215000 MPa

2a). *Daya dukung kolom tulangan besi teoritis.* Berdasarkan hasil perhitungan daya dukung kolom bertulangan besi dihitung dengan menggunakan persamaan (III.10). Hasil perhitungan diperoleh 229731,932 N. Perhitungan dapat dilihat pada L-18.

Hasil pengujian rata-rata daya dukung kolom tulangan baja dengan daya dukung kolom teoritis dapat dilihat pada gambar V.18 dibawah ini.



Gambar V.18. Grafik hubungan antara rata-rata daya dukung kolom tulangan baja diameter 8 mm dan hasil daya dukung kolom teoritis.

2) Daya dukung kolom tulangan bambu.

2a). *Daya dukung kolom tulangan bambu hasil pengujian.* Perhitungan daya dukung kolom tulangan bambu hasil pengujian dapat dilihat pada tabel V.19 dibawah ini.

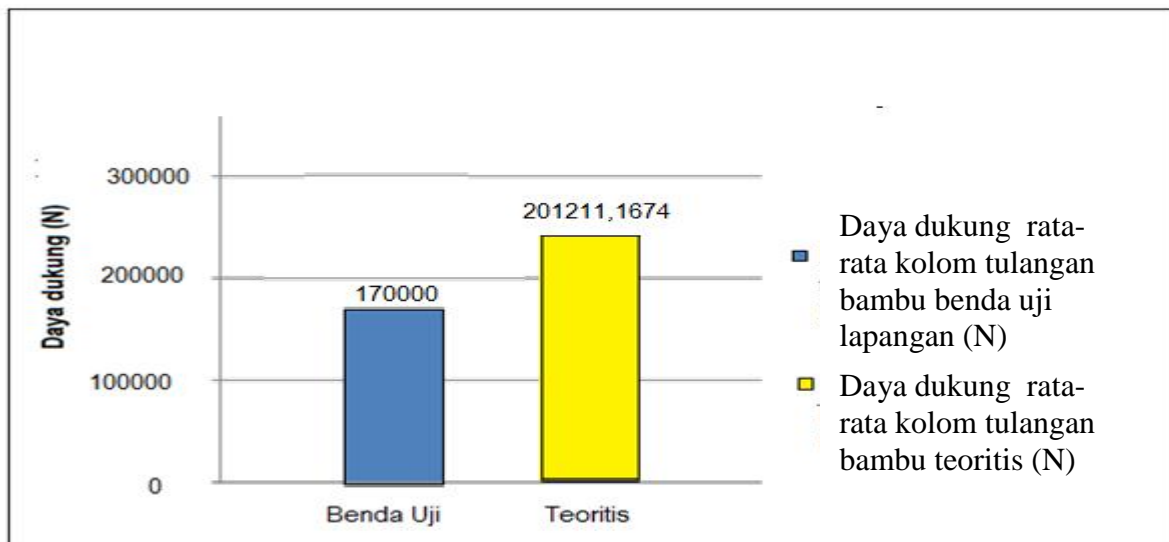
Tabel V.19 Daya dukung kolom tulangan bambu hasil pengujian

No Benda Uji	Berat W (kg)	Panjang L (m)	$P_{\max}$ (N)	$P_{\text{rata-rata}}$ (N)
1	64	1,20	170000	170000
2	64	1,20	160000	
3	65	1,20	185000	

Dari Tabel V.19. pengujian Daya kolom tulangan bambu didapatkan Daya dukung kolom rata-rata sebesar 170000 MPa

2b). *Daya dukung kolom tulangan bambu teoritis.* Berdasarkan hasil perhitungan. Maka, Daya dukung kolom bertulangan bambu dihitung dengan menggunakan persamaan (III.9). Hasil perhitungan diperoleh 201211,1674 N. Perhitungan dapat dilihat pada L-18.

Hasil pengujian rata-rata daya dukung kolom tulangan bambu dengan daya dukung kolom teoritis dapat dilihat pada gambar V.19 dibawah ini.

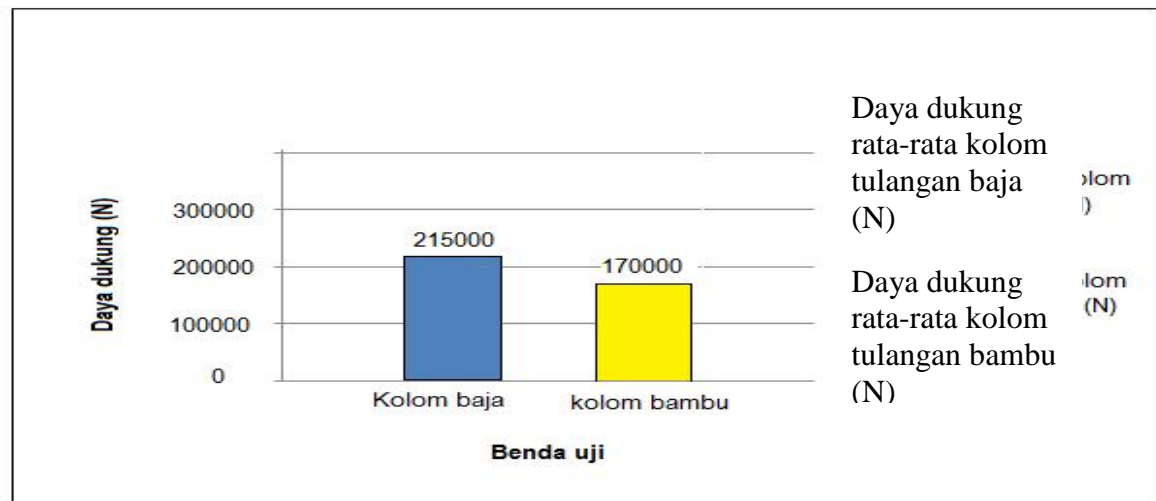


Gambar V.19. Grafik hubungan antara rata-rata daya dukung kolom tulangan bambu dan hasil daya dukung kolom teoritis.

3) Perbandingan daya dukung kolom tulangan besi hasil pengujian dengan tulangan bambu hasil pengujian.

Dari hasil perhitungan daya dukung kolom tulangan baja diperoleh 215000 N sedangkan dukung kolom tulangan bambu 17000 N. dengan demikian terjadi penurunan daya dukung kolom hingga 20,93 %.

Hasil pengujian daya dukung kolom besi hasil pengujian dengan bambu hasil pengujian diperoleh grafik hubungan antara kuat tarik bambu dengan benda uji dapat dilihat pada gambar V.20. Hasil pengujian rata-rata daya dukung kolom tulangan baja dengan rata-rata daya dukung kolom bambu dapat dilihat pada tabel V.17.



Gambar V.20. Grafik hubungan antara rata-rata daya dukung kolom tulangan baja dan hasil rata-rata daya dukung kolom tulangan bambu.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, maka beberapa kesimpulan yang diperoleh sebagai berikut :

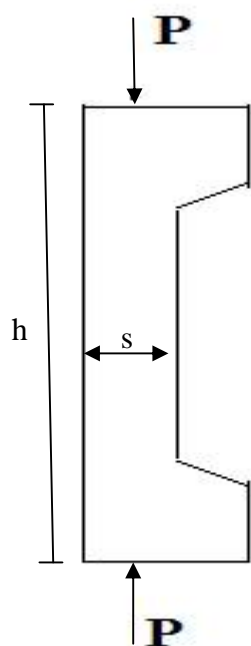
1. Agregat halus ( pasir ) memenuhi syarat untuk adukan beton karena mengandung sedikit zat organik, kandungan lumpurnya 2,04 % dan batas gradasi pasir pada daerah II pasir agak kasar sehingga baik untuk beton.
2. Nilai slump rata-rata adukan beton sebesar 8,1 cm memenuhi syarat SNI 1990 yaitu 7,5 cm.
3. Kuat tekan silinder beton normal rata-rata sebesar 25,56 MPa dengan berat jenis sebesar 2,308 g/cm<sup>3</sup>.
4. Hasil uji tarik rata-rata pada benda uji baja tulangan Ø 8 mm dengan panjang 1,2 m, sebesar 431,26 MPa. Hasil uji tarik rata-rata pada benda uji tulangan bambu petung tebal 10 mm dengan lebar 20 mm panjang 1 m, sebesar 135 MPa.
5. Hasil uji kuat tekan rata-rata kolom dengan tulangan besi Ø 8 mm, sebesar 215000 N. Sedangkan kuat tekan teoritis 229731,932 N. Dengan demikian terjadi penurunan kuat tekan sebesar 6,41% dari hitungan teoritis
6. Hasil uji Kuat tekan rata-rata kolom dengan tulangan bambu Petung sebesar, 170000 N. Sedangkan kuat tekan teoritis 201211,1674 N. Dengan demikian terjadi penurunan kuat tekan sebesar 15,51% dari hitungan teoritis
7. Hasil perhitungan daya dukung kolom tulangan besi diperoleh 215000 N sedangkan daya dukung kolom tulangan bambu 170000 N. Dengan demikian terjadi penurunan daya dukung kolom hingga 20,93%. dengan menggunakan penulangan dari bambu.
8. Pola keruntuhan pada kolom bertulangan bambu lebih memanjang dari pada keruntuhan pada kolom bertulangan baja, dalam penulangan dengan bambu yang mempengaruhi keruntuhan lebih besar di karena tulangan bambu kurang sejajar dan demensi tulangannya harus lebih besar.

### Saran – saran

Hal-hal yang dapat disarankan pada penelitian ini antara lain :

- 1) Perlu dilakukan penelitian lanjut untuk mendapatkan hasil penelitian yang jauh lebih baik dari penelitian yang dilakukan ini, yaitu dengan menggunakan perbedaan dimensi tulangan atau dengan nilai fas yang berbeda.
- 2) Dalam pembuatan kolom beton sebaiknya menggunakan alat penggetar atau (*vibrator*) agar proses pembuatan kolom benar-benar padat dan tidak terjadi rongga, sehingga dapat menghasilkan beton yang baik.
- 3) Penggunaan bambu sebagai tulangan utama sebaiknya diberikan nilai keamanan yang lebih besar dari pada tulangan baja.

- 4) Dalam usaha untuk memperkuat daya dukung kolom sebaiknya menggunakan zat tambah atau (*zat adiktif*) kedalam campuran beton supaya benar-benar tercampur homogen antara air pasir dan batu.
- 5) Serta dapat mengganti bahan bambu petung dengan jenis bambu yang lain seperti bambu ori, atau bambu apus.
- 6) Perlu diperhatikan dalam pelaksanaan pencampuran adukan agar semakin homogen antara air, semen, pasir dan kerikil.
- 7) Pada pembuatan benda uji permukaan sebaiknya dibuat serata mungkin, sehingga dapat menghasilkan kuat tekan silinder beton dan kuat tekan kolom beton sesuai dengan yang diinginkan.
- 8) Untuk desain benda uji kolom bertulangan agar saat pengujian tekan tidak runtuh pada ujung-ujung kolom terlebih dahulu karena faktor penulangan atau permukaan kurang rata, maka ujung-ujung kolom harus di beri tambahan desain sesuai pengujian kolom dengan standar ASTM sebagai berikut



$h$  = Tinggi rencana kolom (mm)  
 $s$  = sisi persegi kolom (mm)  
 $P$  = Pembebanan kolom.(N)

Gambar desain perencanaan kolom uji

- 9) Dalam pengujian kolom bertulangan dengan tulangan material yang berbeda sebaiknya di lakukan pengujian *pull out test* atau pengujian kuat lekat tulangan-tulangan tersebut terhadap beton untuk mengetahui faktor-faktor penyebab keruntuhan kolom uji.

## DAFTAR PUSTAKA

- Answari., 1978, Sistem Satuan Internasional (SI), Direktorat Menengah Kejuruan, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta.
- Asroni, Ali, 1997. *Struktur Beton I*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Mulyono, Tri., 2004, Teknologi Beton, Andi Offset, Yogyakarta.
- Morisco, 1999. "*Rekayasa Bambu*", Nafiri, Offset, Yogyakarta.
- Pathurahman, J.F., Kusuma, D.A., 2003, Aplikasi Bambu Pilihan Sebagai Tulangan Balok Beton, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat.
- Rochman, Abdul., 2005, Peningkatan Kinerja Bambu pada Balok Beton Bertulang dengan Cara Perbaikan Kuat Lekat, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Kustanti, Ida, 2001, Tinjauan Mekanika Pada Bambu Apus, Bambu Petung, Dan Bambu Ori, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Nugroho, David, 2002, Pemanfaatan Bambu Sebagai Alternatif Pengganti Tulangan Baja Pada Plat Beton Pracetak, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Team Mahasiswa Program Magister Teknik Teknologi Bahan Bangunan., Universitas Gajah Mada, 2007, Pemanfaatan Bambu Sebagai Bahan Alternatif pada Kontruksi Bangunan Sederhana, Jurnal Pendidikan Profesional, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- Team., 2001, pedoman Penyusunan Laporan Kerja Praktek, Proposal Tugas Akhir dan Laporan Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Tjokrodinuljo, K., 1996. Teknologi beton, Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil Universitas, Gajah Mada, Yogyakarta.
- <http://www.depht.goS.id/INFORMASI/litbang/teliti/bambu.htm>.